

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Masaya UEHARA et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **September 26, 2003**

**Customer No.: 23850**

For: **MULTI-FUNCTION MACHINE TOOL AND MACHINING METHOD IN  
MULTI-FUNCTION MACHINE TOOL**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

September 26, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

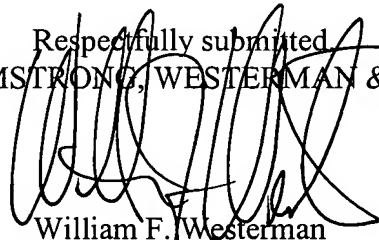
**Japanese Appln. No. 2002-281383, filed on September 26, 2002.**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



William F. Westerman  
Reg. No. 29,988

Atty. Docket No.: 031196  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
WFW/yap

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   9 月 2 6 日  
Date of Application:

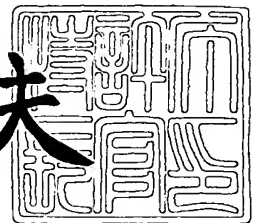
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 8 1 3 8 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 8 1 3 8 3 ]

出      願      人            株式会社森精機ハイテック  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 7 5 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 PB02001

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23F 13/06

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県我孫子市我孫子 1 番地 日立精機株式会社内

    【氏名】 上原 正也

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県我孫子市我孫子 1 番地 日立精機株式会社内

    【氏名】 柚原 美和子

【特許出願人】

    【識別番号】 000233321

    【氏名又は名称】 日立精機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100106770

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 円城寺 貞夫

【代理人】

    【識別番号】 100093687

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 富崎 元成

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012911

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合加工工作機械および複合加工工作機械における加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 工作機械の基体（2）に対して回転可能に設けられ、先端に工作物（10）を取り付けるための工作物取付手段（37）を備えた主軸（31）と

、  
前記主軸（31）に対して、前記主軸（31）の軸線と平行な第1の直線方向、および、前記第1の直線方向と直交する第2の直線方向に相対的に移動可能に設けられた刃物台本体（71）と、

前記刃物台本体（71）に設けられ、かつ工具を装着可能であって、前記刃物台本体（71）に対して前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の両方向に直交する方向に軸線を有する旋回軸（73）を中心に旋回可能に設けられた旋回刃物台（72）と、

前記主軸（31）の軸線の回りの前記主軸（31）の回転運動、前記旋回軸（73）の軸線の回りの前記旋回刃物台（72）の旋回運動、ならびに、前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の前記主軸（31）と前記刃物台本体（71）との相対移動を制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、前記旋回刃物台（72）の前記旋回軸（73）を中心とする旋回運動と、前記刃物台本体（71）の前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の相対移動による円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、前記旋回刃物台（72）に対して、前記旋回軸（73）とは異なる任意の位置を中心とする旋回運動を行わせることが可能なものである複合加工工作機械。

【請求項 2】 請求項 1 に記載した複合加工工作機械であって、

前記刃物台本体（71）は、前記基体（2）に対して前記第1の直線方向および前記第2の直線方向に移動可能に設けられているものである複合加工工作機械。

【請求項 3】 請求項 1，2 のいずれか 1 項に記載した複合加工工作機械であって、

前記制御手段は、前記旋回運動および前記円弧運動と並行しかつ同期する前記

主軸（３１）の軸線回りの前記工作物（１０）の回転運動を行うことにより、前記工作物（１０）にねじれ溝の加工を行うことが可能なものである複合加工工作機械。

【請求項４】請求項３に記載した複合加工工作機械であって、

前記旋回刃物台（７２）は、前記ねじれ溝の加工を行う工具として板状バイト（７７）が装着可能なものである複合加工工作機械。

【請求項５】請求項３，４のいずれか１項に記載した複合加工工作機械であって、

前記旋回刃物台（７２）は、前記工作物（１０）に旋削加工を行う旋削工具（７５，７６，７９）が装着可能なものであり、

前記制御手段は、工作物の前記ねじれ溝の加工と前記旋削加工とを連続して行うことが可能なものである複合加工工作機械。

【請求項６】請求項５に記載した複合加工工作機械であって、

前記旋回刃物台（７２）は、前記ねじれ溝の加工を行う工具を着脱可能に装着する第１の装着部（４３）と、前記旋削加工を行う旋削工具を着脱可能に装着する第２の装着部とを少なくとも備えたものである複合加工工作機械。

【請求項７】請求項３～６のいずれか１項に記載した複合加工工作機械であって、

前記旋回刃物台（７２）は、前記ねじれ溝の荒加工を行うミーリング工具（７８）および前記ねじれ溝の仕上げ加工を行う板状バイト（７７）が少なくとも装着可能なものである複合加工工作機械。

【請求項８】請求項７に記載した複合加工工作機械であって、

前記旋回刃物台（７２）は、回転可能な工具主軸（４０）を備えたものであり、

前記工具主軸（４０）の先端部には工具装着部（４３）が設けられており、前記工具装着部（４３）は、前記ミーリング工具（７８）および前記板状バイト（７７）が装着可能なものである複合加工工作機械。

【請求項９】請求項８に記載した複合加工工作機械であって、

前記工具装着部（４３）は、前記板状バイト（７７）が装着された場合に前記

板状バイト（77）が前記工具主軸（43）の回りに回転することを規制する回転規制手段（43d）を備えたものである複合加工工作機械。

【請求項10】請求項1～9のいずれか1項に記載した複合加工工作機械であって、

前記工作物取付手段（37）は、前記主軸（31）の軸線上の前方側に、前記主軸（31）から所定距離だけ離間した位置に前記工作物を取り付け可能なものであり、

前記旋回刃物台（72）の前記旋回軸（73）を中心とする旋回運動と、前記刃物台本体（71）の前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の相對運動による円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、前記旋回刃物台（72）に対して、前記旋回軸（73）とは異なる任意の位置を中心とする旋回運動を行わせたとき、前記基体（2）に設けられ加工領域内で発生した飛散物が加工領域の外部に飛散しないようにしたスプラッシュガード（90, 90a）または前記基体（2）自体と、前記旋回刃物台（72）とが干渉しないようにしたことを特徴とする複合加工工作機械。

【請求項11】工作機械の基体（2）に対して回転可能に設けられ、先端に工作物を取り付けるための工作物取付手段（37）を備えた主軸（31）と、

前記主軸（31）に対して、前記主軸（31）の軸線と平行な第1の直線方向、および、前記第1の直線方向と直交する第2の直線方向に相対的に移動可能に設けられた刃物台本体（71）と、

前記刃物台本体（71）に設けられ、かつ工具（77, 78）を装着可能であって、前記刃物台本体（71）に対して前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の両方向と直交する方向に軸線を有する旋回軸（73）を中心に旋回可能に設けられた旋回刃物台（72）とを備えた複合加工工作機械における加工方法であって、

前記旋回刃物台（72）に装着された前記工具（77, 78）に行わせる旋回運動の中心位置（M）を、前記旋回軸（73）とは異なる任意の位置に設定する手順と、

前記工具（77, 78）に前記旋回運動を行わせるために必要な、前記刃物台

本体（7 1）の前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向の相対移動による円弧運動を求める手順と、

前記旋回刃物台（7 2）に前記旋回軸（7 3）を中心とする旋回運動を行わせるとともに、前記旋回刃物台（7 2）の前記旋回運動に並行しかつ同期して、前記刃物台本体（7 1）に前記円弧運動を行わせ、前記工具（7 7, 7 8）に前記中心位置（M）を中心とする前記旋回運動を行わせて前記工作物（1 0）に加工を行う手順とを有する複合加工工作機械における加工方法。

【請求項 1 2】請求項 1 1 に記載した複合加工工作機械における加工方法であって、

前記円弧運動を求める手順は、

前記工具（7 7, 7 8）に行わせる旋回運動の中心位置（M）から前記工具（7 7, 7 8）の先端位置までの第 1 の寸法を設定する手順と、

前記旋回運動の中心位置（M）から前記旋回軸（7 3）の中心位置までの第 2 の寸法を求める手順と、

前記工具（7 7, 7 8）に行わせる旋回運動の開始角度位置および終了角度位置と前記第 2 の寸法とから、前記円弧運動の半径、開始位置および終了位置とを求める手順とを有するものである複合加工工作機械における加工方法。

【請求項 1 3】請求項 1 2 に記載した複合加工工作機械における加工方法であって、

前記工作物（1 0）に加工を行う手順は、前記旋回運動および前記円弧運動と並行しかつ同期する前記主軸（3 1）の軸線回りの前記工作物（1 0）の回転運動を伴い、前記工作物（1 0）にねじれ溝の加工を行うものである複合加工工作機械における加工方法。

【請求項 1 4】請求項 1 3 に記載した複合加工工作機械における加工方法であって、

前記工作物（1 0）に加工を行う手順は、前記工作物（1 0）の回転運動に対して位相関係の異なる前記旋回運動および前記円弧運動を行い、前記工具（7 7, 7 8）の刃部の幅以上の溝幅の溝加工を行うものである複合加工工作機械における加工方法。

**【発明の詳細な説明】****【 0 0 0 1 】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、回転可能な主軸先端の工作物取付手段に保持した工作物を、旋回運動および2方向以上の直線運動が可能な旋回刃物台に装着した工具によって加工する複合加工工作機械およびその複合加工工作機械における加工方法に関するものであり、詳しくは、工作物に多様な形状のねじれた溝を加工することのできる複合加工工作機械およびその複合加工工作機械における加工方法に関するものである。

**【 0 0 0 2 】****【従来の技術】**

工作物に複雑な形状のねじれ溝を加工する方法としては、後記の特許文献1、特許文献2等に記載された技術が知られている。特許文献1には、工作物を回転させるとともに工具を旋回させてスクリューコンプレッサのねじれ溝を加工する方法が記載されている。しかし、この方法を実施するための工作機械は専用機となり、溝幅、溝半径（工具旋回半径）、溝断面形状等を任意に設定することは困難であった。また、このような加工を行うために専用機を導入する必要があるため、加工コストの増大を招いていた。

**【 0 0 0 3 】**

特許文献2には、工作物を回転させるとともにテーブルを旋回させ、さらに工具をX軸およびY軸方向に移動させてローラギヤカムのカム溝を加工する方法が記載されている。しかし、ここにはテーブルの旋回、工具のX軸およびY軸方向移動を具体的にどのように行って所望形状の溝加工を行うのかが記載されておらず、実際に溝加工を行うためにどのようなNC加工プログラムが必要となるのかも不明であった。したがって、所望形状を加工するための工具の運動軌跡等をコンピュータ等によって計算する必要がある、その計算結果から実際のNC加工プログラムを作成する必要がある。

**【 0 0 0 4 】****【特許文献1】**



特表平 6 - 5 0 6 6 4 0 号公報

【特許文献 2】

特許第 3 1 7 0 7 9 0 号公報

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、工作物に複雑な形状のねじれ溝を加工するには、従来は、専用機を必要として加工コストの増大を招いたり、溝幅、溝半径、溝断面形状等を任意に設定することが困難であったりした。また、テーブルの旋回と工具の X Y 軸移動とを組み合わせる溝加工を行うものでは、工具の運動経路の算出が複雑になるという問題点があった。

【0 0 0 6】

そこで、本発明は、汎用の複合加工工作機械によって工作物に多様な形状のねじれた溝を加工することのできる複合加工工作機械およびその複合加工工作機械における加工方法に関するものである。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の複合加工工作機械は、工作機械の基体に対して回転可能に設けられ、先端に工作物を取り付けるための工作物取付手段を備えた主軸と、前記主軸に対して、前記主軸の軸線と平行な第 1 の直線方向、および、前記第 1 の直線方向と直交する第 2 の直線方向に相対的に移動可能に設けられた刃物台本体と、前記刃物台本体に設けられ、かつ工具を装着可能であって、前記刃物台本体に対して前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向の両方向に直交する方向に軸線を有する旋回軸を中心に旋回可能に設けられた旋回刃物台と、前記主軸の軸線の回りの前記主軸の回転運動、前記旋回軸の軸線の回りの前記旋回刃物台の旋回運動、ならびに、前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向の前記主軸と前記刃物台本体との相対移動を制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記旋回刃物台の前記旋回軸を中心とする旋回運動と、前記刃物台本体の前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向の相対移動による円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、前記旋回刃物台に対して、前記旋

回軸とは異なる任意の位置を中心とする旋回運動を行わせることが可能なものである。

**【 0 0 0 8 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記刃物台本体は、前記基体に対して前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向に移動可能に設けられているものであることが好ましい。

**【 0 0 0 9 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記制御手段は、前記旋回運動および前記円弧運動と並行しかつ同期する前記主軸の軸線回りの前記工作物の回転運動を行うことにより、前記工作物にねじれ溝の加工を行うことが可能なものであることが好ましい。

**【 0 0 1 0 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記旋回刃物台は、前記ねじれ溝の加工を行う工具として板状バイトが装着可能なものであることが好ましい。

**【 0 0 1 1 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記旋回刃物台は、前記工作物に旋削加工を行う旋削工具が装着可能なものであり、前記制御手段は、工作物の前記ねじれ溝の加工と前記旋削加工とを連続して行うことが可能なものであることが好ましい。

**【 0 0 1 2 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記旋回刃物台は、前記ねじれ溝の加工を行う工具を着脱可能に装着する第 1 の装着部と、前記旋削加工を行う旋削工具を着脱可能に装着する第 2 の装着部とを少なくとも備えたものであることが好ましい。

**【 0 0 1 3 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記旋回刃物台は、前記ねじれ溝の荒加工を行うミーリング工具および前記ねじれ溝の仕上げ加工を行う板状バイトが少なくとも装着可能なものであることが好ましい。

**【 0 0 1 4 】**

また、上記の複合加工工作機械において、前記旋回刃物台は、回転可能な工具主軸を備えたものであり、前記工具主軸の先端部には工具装着部が設けられており、前記工具装着部は、前記ミーリング工具および前記板状バイトが装着可能なものであることが好ましい。

#### 【0015】

また、上記の複合加工工作機械において、前記工具装着部は、前記板状バイトが装着された場合に前記板状バイトが前記工具主軸の回りに回転することを規制する回転規制手段を備えたものであることが好ましい。

#### 【0016】

また、上記の複合加工工作機械において、前記工作物取付手段は、前記主軸の軸線上の前方側に、前記主軸から所定距離だけ離間した位置に前記工作物を取り付け可能なものであり、前記旋回刃物台の前記旋回軸を中心とする旋回運動と、前記刃物台本体の前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の相対運動による円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、前記旋回刃物台に対して、前記旋回軸とは異なる任意の位置を中心とする旋回運動を行わせたとき、前記基体に設けられ加工領域内で発生した飛散物が加工領域の外部に飛散しないようにしたスプラッシュガードまたは前記基体自体と、前記旋回刃物台とが干渉しないようにすることが好ましい。

#### 【0017】

また、本発明の複合加工工作機械における加工方法は、工作機械の基体に対して回転可能に設けられ、先端に工作物を取り付けるための工作物取付手段を備えた主軸と、前記主軸に対して、前記主軸の軸線と平行な第1の直線方向、および、前記第1の直線方向と直交する第2の直線方向に相対的に移動可能に設けられた刃物台本体と、前記刃物台本体に設けられ、かつ工具を装着可能であって、前記刃物台本体に対して前記第1の直線方向および前記第2の直線方向の両方向と直交する方向に軸線を有する旋回軸を中心に旋回可能に設けられた旋回刃物台とを備えた複合加工工作機械における加工方法であって、前記旋回刃物台に装着された前記工具に行わせる旋回運動の中心位置を、前記旋回軸とは異なる任意の位置に設定する手順と、前記工具に前記旋回運動を行わせるために必要な、前記刃

物台本体の前記第 1 の直線方向および前記第 2 の直線方向の相対移動による円弧運動を求める手順と、前記旋回刃物台に前記旋回軸を中心とする旋回運動を行わせるとともに、前記旋回刃物台の前記旋回運動に並行しかつ同期して、前記刃物台本体に前記円弧運動を行わせ、前記工具に前記中心位置を中心とする前記旋回運動を行わせて前記工作物に加工を行う手順とを有するものである。

#### 【0 0 1 8】

また、上記の複合加工工作機械における加工方法において、前記円弧運動を求める手順は、前記工具に行わせる旋回運動の中心位置から前記工具の先端位置までの第 1 の寸法を設定する手順と、前記旋回運動の中心位置から前記旋回軸の中心位置までの第 2 の寸法を求める手順と、前記工具に行わせる旋回運動の開始角度位置および終了角度位置と前記第 2 の寸法とから、前記円弧運動の半径、開始位置および終了位置とを求める手順とを有するものであることが好ましい。

#### 【0 0 1 9】

また、上記の複合加工工作機械における加工方法において、前記工作物に加工を行う手順は、前記旋回運動および前記円弧運動と並行しかつ同期する前記主軸の軸線回りの前記工作物の回転運動を伴い、前記工作物にねじれ溝の加工を行うものであることが好ましい。

#### 【0 0 2 0】

また、上記の複合加工工作機械における加工方法において、前記工作物に加工を行う手順は、前記工作物の回転運動に対して位相関係の異なる前記旋回運動および前記円弧運動を行うようにして、前記工具の刃部の幅以上の溝幅の溝加工を行うこともできる。

#### 【0 0 2 1】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の複合加工工作機械 1 の全体構成を示す図である。複合加工工作機械 1 の基体としてのベッド 2 には、主軸台 3 が固定配置されている。主軸台 3 には、工作物を回転駆動するための主軸 3 1 が回転可能に設けられている。主軸 3 1 はその中心軸線が水平方向となるように配置されており、その中心軸線方向が直交座標系の Z 軸方

向とされている。

#### 【 0 0 2 2 】

そして、主軸 3 1 の先端には工作物を取り付けるための工作物取付手段 3 7 が固定されている。主軸 3 1 は、工作物取付手段 3 7 に工作物を取り付けた状態で、ビルトイン型の主軸モータ（図示せず）によって回転駆動される。また、主軸 3 1 の回転運動の制御を行う N C 装置（図示せず）は、旋削加工するために主軸 3 1 の連続回転を行う機能と、主軸 3 1 を C 軸方向（Z 軸の周り方向）の正逆方向に回転・位置決めする機能を備えている。

#### 【 0 0 2 3 】

ベッド 2 に形成された前方を向く垂直面には、Z 軸方向に 2 本の心押台ガイドレール 2 1, 2 1 が固定配置されている。この心押台ガイドレール 2 1, 2 1 には、心押台 3 4 が Z 軸方向に移動可能に支持されている。心押台ガイドレール 2 1, 2 1 の間には送りねじ 2 2 が軸受部 2 3 a, 2 3 b によって回転可能に支持されている。軸受部 2 3 b には心押台移動モータ 2 3 が取り付けられている。心押台移動モータ 2 3 の出力軸と送りねじ 2 2 とは連結部材（図示せず）で連結されている。

#### 【 0 0 2 4 】

また、心押台 3 4 にはボールナット（図示せず）が固定されており、送りねじ 2 2 およびボールナットがボールねじ機構を構成している。心押台 3 4 は、心押台移動モータ 2 3 およびボールねじ機構によって、Z 軸方向に移動および位置決めされる。心押台 3 4 には、主軸 3 1 と対向して、工作物を主軸 3 1 の反対側から支持するための心押軸 3 5 が回転可能に設けられている。

#### 【 0 0 2 5 】

ベッド 2 の水平な上面には、2 本の Z 軸ガイドレール 2 4 が Z 軸方向に固定配置されている。その Z 軸ガイドレール 2 4 には、サドル 5 が Z 軸方向に移動可能に設置されている。サドル 5 の下面には、図示しないボールナットおよび Z 軸送りねじからなるボールねじ機構が配置されている。その Z 軸送りねじを Z 軸送りモータ（図示せず）によって回転駆動することにより、サドル 5 を Z 軸方向に移動させることができる。

**【 0 0 2 6 】**

そして、サドル 5 の上面には、2 本の Y 軸ガイドレール 5 1 が各々水平に固定配置されている。Y 軸ガイドレール 5 1 の方向は、Y 軸方向であり、Z 軸と直交する方向である。なお、ここでは Y 軸ガイドレール 5 1 が水平に配置されているが、Y 軸ガイドレールは水平である必要はなく、傾斜して配置されていてもよい。各 Y 軸ガイドレール 5 1 には、ボールガイド本体 5 2 が移動可能に設けられている。Y 軸ガイドレール 5 1 とボールガイド本体 5 2 は直動ころがり案内を構成する。

**【 0 0 2 7 】**

ボールガイド本体 5 2 上には、コラム 6 が搭載されている。コラム 6 は、サドル 5 上を Y 軸方向に移動可能である。コラム 6 の下面には、図示しないボールナットおよび Y 軸送りねじからなるボールねじ機構が配置されている。その Y 軸送りねじを Y 軸送りモータ（図示せず）によって回転駆動することにより、コラム 6 を Y 軸方向に移動させることができる。

**【 0 0 2 8 】**

コラム 6 の前面側には刃物台 7 が配置されている。刃物台 7 は刃物台本体 7 1 と旋回刃物台 7 2 とから構成されている。コラム 6 の前面側の垂直面には、2 本の X 軸ガイドレール 6 1 が垂直方向に固定配置されている。X 軸ガイドレール 6 1 の方向は、X 軸方向であり、Y 軸および Z 軸に直交する方向である。2 本の X 軸ガイドレール 6 1 が垂直平面内に配置されているので、切削時の切粉の排出が効率よく行える。各 X 軸ガイドレール 6 1 上には、ボールガイド本体（図示せず）が移動可能に設けられており、このボールガイド本体上には、刃物台本体 7 1 が搭載されている。刃物台本体 7 1 は、コラム 6 前面を X 軸方向すなわち垂直方向に移動可能である。また、刃物台本体 7 1 には、旋回可能に旋回刃物台 7 2 が配置されている。

**【 0 0 2 9 】**

刃物台本体 7 1 の後面側には、ボールナット（図示せず）が固定配置されている。そのボールナットには、X 軸送りねじ 6 2 が螺合されており、ボールナットおよび X 軸送りねじ 6 2 がボールねじ機構を構成している。X 軸送りねじ 6 2 は

軸受部 62a, 62b によって回転可能に支持され、軸受部 62a, 62b はコラム 6 に設けられている。X 軸送りねじ 62 と X 軸送りモータ（図示せず）の出力軸には、歯付プーリ・歯付ベルト機構が設けられており、X 軸送りモータによって X 軸送りねじ 62 が回転駆動される。

#### 【0030】

X 軸送りモータを駆動して、X 軸送りねじ 62 を回転させることにより、刃物台本体 71 および旋回刃物台 72 を X 軸方向に移動させることができる。なお、以上の X, Y, Z 軸方向の移動機構において、X 軸送りモータ、Y 軸送りモータ、Z 軸送りモータおよび心押台移動モータとしては、例えば、サーボモータのような制御モータが使用される。そして、これらの各モータは NC 装置によって制御される。また、各軸の案内部としては、直動ころがり案内やすべり案内等の任意の案内機構が使用できる。

#### 【0031】

旋回刃物台 72 は、刃物台本体 71 に対して、Y 軸と平行な方向に設けられた回転軸 73 を中心として回転可能に設けられている。この旋回刃物台 72 の回転運動は、NC 装置によって B 軸移動として制御が行われる。B 軸の駆動機構は、B 軸送りモータ（図示せず）の駆動力をローラギヤカム機構、ウォーム・ウォームホイール機構などの伝達機構を介して旋回刃物台 72 に伝達し、回転軸 73 を中心として回転動作させるものである。B 軸送りモータとしては、例えば、サーボモータのような制御モータが使用される。この B 軸移動は、回転軸 73 の回りの 180 度の範囲で任意の角度位置に移動および位置決めが可能である。すなわち、旋回刃物台 72 に取り付けられた工具を任意の方向に回転移動および位置決めすることができる。

#### 【0032】

また、旋回刃物台 72 には、中心軸線 T を有する工具主軸 40（図 2 参照）が回転可能に設けられている。工具主軸 40 の先端部には工具装着部 43 が設けられており、この工具装着部 43 には自動工具交換装置 8 の交換アーム 8a によって板状バイト 77 等の種々の工具が自動的に着脱される。すなわち、工具を自動交換することができる。交換して使用する工具は工具マガジン 8b に収納されて

いる。工具主軸 40 は、旋回刃物台 72 に内蔵されたビルトインモータ（図示せず）によって回転駆動される。

#### 【0033】

旋回刃物台 72 の側面には、旋削用のバイト 75, 76 が工具取付部材を介して取り付けられている。バイト 75, 76 は、自動工具交換装置 8 によって自動交換することはできないが、その代わりに支持剛性が大きく、撓みや振動等を減少させて高精度の旋削加工を行うことが可能である。これらのバイト 75, 76 は、高精度の旋削加工を行うために設けることが好ましいが、なくてもよい。

#### 【0034】

ベッド 2 には、スプラッシュガード 90, 90a が取り付けられている。スプラッシュガード 90, 90a は、加工領域 91 において発生する切り屑や切削油剤等の飛散物が加工領域 91 外に飛散しないように、加工領域 91 を覆うように設けられている。

#### 【0035】

図 2 および図 3 は、工具主軸 40 および工具装着部 43 の構成を示す拡大断面図である。図 2 は、工具装着部 43 に板状バイト 77 等の非回転工具を装着した状態を示すものである。工具装着部 43 の装着口 43a には、板状バイト 77 のツールシャンクのシャンク部 45 が挿入され、シャンク部 45 の後端部はドローバー 43b によって装着口 43a 内に引き込まれる。そして、ドローバー 43b の引っ張り力により、シャンク部 45 が装着口 43a に密着固定される。

#### 【0036】

また、板状バイト 77 のツールシャンクのフランジ部には係止凹部 48 が設けられており、工具主軸 40 の先端面には係合キー 43c が設けられている。また、係合キー 43c に近接する旋回刃物台 72 側には、非回転工具用の回り止めキー 43d が設けられている。工具装着部 43 に板状バイト 77 のツールシャンクを装着する前に、係合キー 43c と回り止めキー 43d とが同位相になるように、工具主軸 40 の軸回りの角度位置を位置決めする。板状バイト 77 を工具装着部 43 に装着すると、係止凹部 48 に回転規制手段としての回り止めキー 43d が嵌入し、板状バイト 77 の軸回りの回動を阻止する。このとき係止凹部 48 に



は係合キー 43c も嵌入している。

#### 【0037】

図3は、工具装着部43にエンドミル78等の回転工具を装着した状態を示す。工具装着部43の装着口43aには、エンドミル78のツールシャンクのシャンク部45が挿入され、シャンク部45の後端部はドローバー43bによって装着口43a内に引き込まれる。そして、ドローバー43bの引っ張り力により、シャンク部45が装着口43aに密着固定される。

#### 【0038】

エンドミル78のフランジ部のシャンク部側の部分78aは、回り止めキー43dとは係合しない形状に形成されている。また、この部分78aは、係合凹部46が設けられている。工具装着部43にエンドミル78のツールシャンクを装着すると、係合凹部46に係合キー43cが嵌入し、エンドミル78のツールシャンクと工具主軸40との軸回りの相対的位置を固定する。すなわち、エンドミル78のツールシャンクは工具主軸40と一体的に回転する。したがって、エンドミル78は、回り止めキー43dとは係合せず、工具主軸40によって回転駆動することができる。

#### 【0039】

なお、図2および図3において、係合キー43c、回り止めキー43d、係合凹部46、係止凹部48は1箇所のみ示されているが、これらは円周上180度対向した位置に2箇所設けてもよく、また3箇所以上設けてもよい。また、回転規制手段は、旋回刃物台72側に工具主軸40に対して係脱可能な位置決め部材を設け、工具主軸40の被係合部に位置決め部材に係合させることにより、工具主軸40および板状バイト77の軸回りの回転を阻止するものや、旋回刃物台72と工具主軸40との間に係脱可能な一対のカップリングを設け、カップリングに係合させることにより、工具主軸40および板状バイト77の軸回りの回転を阻止するものなどであってもよい。

#### 【0040】

さらに、ここではツールシャンクの内周溝にドローバー43bのボールに係合させてシャンク部45を装着口43a密着固定させているが、ツールシャンクに

プルスタッドを固定し、このプルスタッドをコレット式引っ張り機構やボール式引っ張り機構で引っ張ることにより密着固定させるものなどであってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、図 1 5 を参照して、工作物取付手段 3 7 の構成を説明する。図 1 5 は、工作物取付手段 3 7 に工作物 1 0 を取り付けた状態を示す拡大断面図である。主軸 3 1 および工作物取付手段 3 7 内には、ドローバー 3 7 b が進退可能に設けられている。また、主軸 3 1 の後部には、チャックシリンダ 3 7 c (図 1 参照) が設けられている。ドローバー 3 7 b はチャックシリンダ 3 7 c によって駆動されて移動する。なお、ドローバー 3 7 b は、常時、ばね部材により主軸 3 1 後方側に付勢されてクランプ状態とされ、アンクランプ状態とするときにのみチャックシリンダ 3 7 c に押圧されるものであってもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

工作物取付手段 3 7 の前端には、テーパ穴部を有する工作物装着部 3 7 d が設けられている。工作物 1 0 は、取付部材 3 7 a にボルトで固定されている。取付部材 3 7 a にはテーパ軸部が形成されている。工作物装着部 3 7 d のテーパ穴部に、取付部材 3 7 a のテーパ軸部が挿入され、取付部材 3 7 a がドローバー 3 7 b によって工作物装着部 3 7 d に引き込まれる。そして、ドローバー 3 7 b の引っ張り力によって取付部材 3 7 a が工作物装着部 3 7 d に密着固定される。

#### 【 0 0 4 3 】

図 1 6 は、工作物取付手段の他の形態を示す図である。この形態では、主軸 3 1 の先端側にチャック 3 2 が設けられている。工作物 1 0 は取付部材 3 3 (取付治具) の先端側に固定されており、この取付部材 3 3 の後方側をチャック 3 2 の把持爪により把持している。ここでは、チャック 3 2 および取付部材 3 3 が工作物取付手段を構成している。

#### 【 0 0 4 4 】

このように、工作物取付手段は、主軸 3 1 の軸線上の前方側に、主軸 3 1 から所定距離だけ離間した位置に工作物 1 0 を取り付け可能なものであればよい。工作物取付手段をこのように構成することにより、旋回刃物台 7 2 が図示のように旋回した場合でも、スプラッシュガード 9 0 a やベッド 2 と、旋回刃物台 7 2 と

が干渉することがない。

#### 【 0 0 4 5 】

図 4 は、本発明の複合加工工作機械 1 によって加工するねじれ溝の形状の一例を示す図である。略円筒形の工作物 1 0 の外周面に所定の溝幅、および断面形状のねじれ溝 1 1 が複数本形成されている。これらのねじれ溝 1 1 の深さは、工作物 1 0 の軸方向に対して変化している。このようなねじれ溝の加工は、ポンプのロータやローラカムシャフト等の製造に必要である。例えば、ポンプに使用されるねじれ溝の形状は、ポンプの仕様すなわちポンプの各部材の寸法、配置等に従って要求されるものであり、種々のバリエーションがある。

#### 【 0 0 4 6 】

図 5 は、工作物 1 0 のねじれ溝 1 1 の加工方法を示す図である。工作物 1 0 は、中心軸線 1 0 c に沿って中央孔 1 2 等を有し、全体形状は略円筒状を呈する。その工作物 1 0 を中心軸線 1 0 c の回りに所定の一定速度で回転させながら、それと並行しかつ同期して、板状バイト 7 7 等の工具によりねじれ溝の加工を行う。板状バイト 7 7 の運動は、工具の旋回中心 M を中心とする一定速度の旋回運動である。板状バイト 7 7 は、図示のように、工具の旋回中心 M を中心として、工具の中心軸線が符号 T 1 で示す角度位置から符号 T 2 で示す角度位置となるまで旋回させる。

#### 【 0 0 4 7 】

工具の旋回中心 M の位置と、旋回中心 M から工具刃先までの距離すなわち工具刃先の旋回半径  $r$  とにより工具の旋回運動が決定される。工具の旋回中心 M の位置は、工作物 1 0 の中心軸線 1 0 c と旋回中心 M との間の距離  $a$  によって表される。図 5 に示す方法で加工されるねじれ溝の形状は、工作物 1 0 の中心軸線 1 0 c 回りの回転運動（C 軸回転運動）、工具の旋回運動および工具形状によって決まる。したがって、工具の旋回中心 M の位置を任意の位置に設定することができれば、種々の形状のねじれ溝の加工を行うことができる。

#### 【 0 0 4 8 】

図 6 は、複合加工工作機械 1 によるねじれ溝の加工状態を示す図である。図 6 を参照にして、旋回中心 M を中心とした工具の旋回運動をどのようにして実現す

るかを説明する。旋回刃物台 7 2 は、刃物台本体 7 1 に対して旋回軸 7 3 を中心として旋回可能であるから、工具の中心軸線 T の方向を任意の方向に向けることができる。また、刃物台本体 7 1 は、工作物 1 0 に対して X, Z 軸方向に移動可能であるから、旋回中心 M が常に一定の位置に止まるように刃物台本体 7 1 を移動制御することができる。

#### 【0049】

刃物台本体 7 1 が旋回中心 M を中心とした旋回運動を行うためには、図から分かるように刃物台本体 7 1 および旋回軸 7 3 が旋回中心 M を中心とする円弧運動を行う必要がある。言い換えれば、旋回軸 7 3 の回りの旋回刃物台 7 2 の旋回運動（B 軸旋回運動）と、刃物台本体 7 1 の X, Z 軸における円弧運動とを並行してかつ同期して行うことにより、旋回刃物台 7 2 および工具に旋回中心 M を中心とする旋回運動を行わせることができる。

#### 【0050】

旋回軸 7 3 の中心が通る円弧軌跡の始点 P と終点 Q の X, Z 軸座標を P (x p, z p)、Q (x q, z q) とすると、始点 P の座標値は始点 P における B 軸旋回角度により計算することができ、終点 Q の座標値は終点 Q における B 軸旋回角度により計算することができる。具体的な計算方法は後述する。工具の旋回中心 M を中心とする旋回運動と、工作物 1 0 の C 軸回転運動とを並行してかつ同期して行うことにより、工作物 1 0 に所定形状のねじれ溝の加工を行うことができる。

#### 【0051】

実際に加工を行うには、工作物 1 0 を工作物取付手段 3 7 に固定する。工作物取付手段 3 7 は主軸 3 1 の前部に固定されている。また、加工領域 9 1 から主軸台 3 側に切り屑や切削油剤等が飛散するのを防止するために、スプラッシュガード 9 0 a（仕切りカバー）が設けられている。主軸 3 1 の軸線方向前方に延びた工作物取付手段 3 7 を使用するのには、旋回刃物台 7 2 とスプラッシュガード 9 0 a 等が干渉するのを避けるためである。また、工作物 1 0 の工作物取付手段 3 7 と反対側の端部は、心押台 3 4 の心押軸 3 5 に固定された支持部 3 6 によって支持されている。支持部 3 6 は、工作物 1 0 の中央孔 1 2 に係合して工作物 1 0 を

支持可能な形状に形成されている。

#### 【0052】

工具 t として、まず回転工具であるエンドミルを装着し、工作物 10 の C 軸回転運動と、工具 t の旋回中心 M を中心とする旋回運動を同期して行ってねじれ溝の荒加工を行う。次に、工具 t を板状バイトに自動交換して、工作物 10 の C 軸回転運動と、工具 t の旋回中心 M を中心とする旋回運動を同期して行ってねじれ溝の仕上げ加工を行う。板状バイトによる仕上げ加工については、後に詳しく説明する。

#### 【0053】

図 7 は、工作物 10 に対するねじれ溝以外の部位の加工状態を示す図である。ねじれ溝以外の部位の加工は、エンドミル、板状バイトによるねじれ溝の加工の前に行うことが好ましい。旋回刃物台 72 の工具装着部 43 に内径加工用バイト 79 のツールシャンク等を自動工具交換装置 8 で工具交換して装着する。そして、旋回刃物台 72 を図 7 の符号 72 b で示す位置等に移動させ、旋回刃物台 72 の工具装着部 43 に装着した内径加工用バイト 79 により工作物 10 の中央孔 12 端部の旋削荒加工等を行う。また、工具装着部 43 に外径加工用バイトのツールシャンクを装着するとともに、旋回刃物台 72 を 90 度旋回させた状態にし、工作物 10 の外周部の旋削荒加工等を行ってもよい。

#### 【0054】

次に、旋回刃物台 72 を符号 72 a で示した位置に移動させ、旋回刃物台 72 の一方の側面に固定したバイト 76 により工作物 10 の中央孔 12 端面等の旋削仕上げ加工を行う。なお、このときには心押台 34 は待避位置に待避させておく。さらに、旋回刃物台 72 を図 7 の実線で示す位置に移動させ、旋回刃物台 72 の他方の側面に固定したバイト 75 によって工作物 10 の外周部等の旋削仕上げ加工を行う。

#### 【0055】

なお、工作物 10 の端部の旋削仕上げ加工、中央孔 12 の旋削仕上げ加工等は、ねじれ溝の荒加工後、または、ねじれ溝の仕上げ加工後に行ってもよい。また、旋削加工は、外周面、端面、内周面の加工の一部のみを行うものであってもよ

い。

#### 【0056】

以上のように、本発明の複合加工工作機械 1 によれば、種々の形状のねじれ溝の加工を行うことができる。また、工作物 10 に対するねじれ溝の加工だけでなく、ねじれ溝の加工の前後に工作物 10 の他の部位の加工も連続して行うことができる。これにより、工作物の加工能率を大幅に向上させることができる。これは、専用機によるねじれ溝の加工では、実現することのできない利点である。

#### 【0057】

図 8 から図 10 は、板状バイト 77 によるねじれ溝の仕上げ加工の詳しい手順を示す図である。工作物 10 にはエンドミルによって既にねじれ溝の荒加工が施されている。その荒加工状態のねじれ溝に対して、工具である板状バイト 77 の切込量を段階的に増加させて仕上げ加工を行う。図 8 は、工具の先端部が工作物 10 に対して切り込まない状態を示すものである。工作物 10 の中心軸から工具の旋回中心 M までの距離  $a$  はねじれ溝の形状を指定するためのパラメータとして設定されている。

#### 【0058】

旋回刃物台 72 の旋回軸 73 の中心から、工具装着部 43 の装着基準面までの距離が符号  $i$  で示されている。距離  $i$  は、旋回刃物台 72 すなわち複合加工工作機械 1 に固有の値であり、加工中に変化することはない。距離  $i$  の値は、複合加工工作機械 1 を制御する NC 装置中のメモリの所定領域に記憶されている。工具装着部 43 の装着基準面から、工具の刃先先端までの距離は符号  $h$  で示されている。距離  $h$  は、工具の固有の値である。工具交換を行った際に、NC 装置中のメモリの所定領域に現在の工具に対する距離  $h$  の値が設定される。

#### 【0059】

距離  $g_0$  は、工具の刃先先端が工作物 10 の中心軸線 10c に最も接近したときの、工具の刃先先端と工作物 10 の中心軸線 10c との距離である。距離  $g_0$  は、工作物 10 の半径よりも所定量大きくなるように選ばれている。距離  $r_0$  は、工具の刃先先端と旋回中心 M との距離であり、工具の刃先先端が描く円弧の半径である。距離  $a$  は、工作物 10 の中心軸線 10c と工具の旋回中心 M との間の

距離であり、部品の加工図面に指示される寸法である。

#### 【 0 0 6 0 】

距離  $a$ 、距離  $g_0$ 、距離  $r_0$  は、 $a = r_0 + g_0$  の関係がある。これにより、距離  $g_0$  と距離  $r_0$  は、一方から他方が求められる。距離  $e_0$  は、旋回軸 7 3 の中心と旋回中心 M との距離であり、旋回軸 7 3 の中心が描く円弧の半径である。図 8 から、距離  $e_0$  は次式で求められる。

$$e_0 = i + h - r_0$$

#### 【 0 0 6 1 】

ここで、 $a = r_0 + g_0$  であるから、上式は次式のようにも書ける。すなわち、距離  $e_0$  を距離  $g_0$  から求めることもできる。

$$e_0 = i + h + g_0 - a$$

#### 【 0 0 6 2 】

工具の旋回中心 M の (X 座標, Z 座標) は、 $(a, z_m)$  であるとする。なお、旋盤やターニングセンタの NC 加工プログラムでは、通常、工作物 1 0 の中心軸線 1 0 c が X 座標軸の 0 位置であり、主軸 3 1 に対して刃物台 7 が離れていく方向を各々 + X 方向、+ Z 方向 (図 1 参照) としているので、これに基づいて説明を行う。

#### 【 0 0 6 3 】

旋回刃物台 7 2 の旋回軸 7 3 は、位置 P 0 で示される始点から位置 Q 0 で示される終点まで円弧運動を行うように制御される。始点 P 0 における工具の中心軸と垂直線 (中心軸線 1 0 c と直交する直線) とのなす角度を  $\theta_1$  とし、終点 Q 0 における工具の中心軸と垂直線とのなす角度を  $\theta_2$  とする。始点 P 0 の (X 座標, Z 座標) を  $(x_{p0}, z_{p0})$  とし、終点 Q 0 の (X 座標, Z 座標) を  $(x_{q0}, z_{q0})$  とする。始点 P 0 と終点 Q 0 の各座標値は次式によって求められる。

#### 【 0 0 6 4 】

$$x_{p0} = a + e_0 \cdot \cos(\theta_1)$$

$$z_{p0} = z_m - e_0 \cdot \sin(\theta_1)$$

$$x_{q0} = a + e_0 \cdot \cos(\theta_2)$$

$$z_{q0} = z_m + e_0 \cdot \sin(\theta_2)$$

## 【0065】

したがって、旋回軸 73 の中心が上式で求められる始点 P0 と終点 Q0 を通り、半径が距離  $e_0$  となる円弧（この場合は時計回りの円弧）を描くように制御を行えばよい。なお、旋盤やターニングセンタの NC 加工プログラムでは、通常、X 座標を直径表示で表すが、ここでは説明を簡素化するために、X 座標の値も距離そのものの値で示している。直径表示とするには、ここでの X 座標の値を 2 倍する必要がある。

## 【0066】

刃物台本体 71 の旋回軸 73 の中心が、始点 P0 と終点 Q0 を通る半径  $e_0$  の円弧軌跡上を運動するように X 軸および Z 軸を制御するとともに、それと同期して旋回刃物台 72 の旋回軸 73 回りの B 軸旋回運動を、角度  $\theta_1$  に対応する旋回角度から角度  $\theta_2$  に対応する旋回角度まで行う。さらに、それらの運動と並行し、かつ同期して、工作物 10 を中心軸線 10c 回りに回転させる C 軸回転運動を行うことにより、工具の刃先が工作物 10 のねじれ溝に沿った運動を行うのである。

## 【0067】

次に、図 9 では、工具をねじれ溝内に切り込むために、最も接近した状態での工具の刃先先端と工作物 10 の中心軸線 10c との距離  $g_1$  を図 8 における距離  $g_0$  よりも減少させている。すなわち、距離  $g_1$  は工作物 10 の半径よりも小さくなるように選ばれている。このときには、工具の刃先先端が描く円弧の半径  $r_1$  は図 8 における半径  $r_0$  よりも大きくなり、旋回軸 73 の中心が描く円弧の半径  $e_1$  は図 8 における半径  $e_0$  よりも小さくなる。図 9 から、距離  $e_1$  は次式で求められる。

$$e_1 = i + h - r_1$$

## 【0068】

旋回刃物台 72 の旋回軸 73 は、位置 P1 で示される始点から位置 Q1 で示される終点まで円弧運動を行うように制御される。旋回刃物台 72 の旋回軸 73 回りの B 軸旋回運動は、図 8 の場合と同じ開始角度および終了角度である。始点 P



1の(X座標, Z座標)を( $x_{p1}$ ,  $z_{p1}$ )とし、終点Q1の(X座標, Z座標)を( $x_{q1}$ ,  $z_{q1}$ )とする。始点P1と終点Q1の各座標値は次式によって求められる。

【0069】

$$x_{p1} = a + e_1 \cdot \cos(\theta_1)$$

$$z_{p1} = z_m - e_1 \cdot \sin(\theta_1)$$

$$x_{q1} = a + e_1 \cdot \cos(\theta_2)$$

$$z_{q1} = z_m + e_1 \cdot \sin(\theta_2)$$

【0070】

このように、工具の刃先先端が描く円弧の半径 $r_1$ （または距離 $g_1$ ）から、刃物台本体71の回転軸73の中心が描くべき円弧軌跡が求められる。刃物台本体71の回転軸73の中心が、始点P1と終点Q1を通る半径 $e_1$ の円弧軌跡上を運動するようにX軸およびZ軸を制御するとともに、それと同期して旋回刃物台72の回転軸73回りのB軸旋回運動を、角度 $\theta_1$ に対応する旋回角度から角度 $\theta_2$ に対応する旋回角度まで行う。さらに、それらの運動と並行しかつ同期して、工作物10を中心軸線10c回りに回転させるC軸回転運動を行うことにより、工具の刃先が工作物10のねじれ溝に沿った運動を行い、ねじれ溝の仕上げ加工を行うのである。

【0071】

次に、図10では、工具をねじれ溝内にさらに切り込むために、最も接近した状態での工具の刃先先端と工作物10の中心軸線10cとの距離 $g_2$ を図9における距離 $g_1$ よりも減少させている。このときには、工具の刃先先端が描く円弧の半径 $r_2$ は図9における半径 $r_1$ よりも大きくなり、回転軸73の中心が描く円弧の半径 $e_2$ は図9における半径 $e_1$ よりも小さくなる。図10から、距離 $e_2$ は次式で求められる。

$$e_2 = i + h - r_2$$

【0072】

旋回刃物台72の回転軸73は、位置P2で示される始点から位置Q2で示される終点まで円弧運動を行うように制御される。旋回刃物台72の回転軸73回

りのB軸旋回運動は、図8および図9の場合と同じ開始角度および終了角度である。始点P2の(X座標, Z座標)を( $x_{p2}$ ,  $z_{p2}$ )とし、終点Q2の(X座標, Z座標)を( $x_{q2}$ ,  $z_{q2}$ )とする。始点P2と終点Q2の各座標値は次式によって求められる。

#### 【0073】

$$x_{p2} = a + e_2 \cdot \cos(\theta_1)$$

$$z_{p2} = z_m - e_2 \cdot \sin(\theta_1)$$

$$x_{q2} = a + e_2 \cdot \cos(\theta_2)$$

$$z_{q2} = z_m + e_2 \cdot \sin(\theta_2)$$

#### 【0074】

このように、工具の刃先先端が描く円弧の半径 $r_2$ （または距離 $g_2$ ）から、刃物台本体71の旋回軸73の中心が描くべき円弧軌跡が求められる。刃物台本体71の旋回軸73の中心が、始点P2と終点Q2を通る半径 $e_2$ の円弧軌跡上を運動するようにX軸およびZ軸を制御するとともに、それと同期して旋回刃物台72の旋回軸73回りのB軸旋回運動を、角度 $\theta_1$ に対応する旋回角度から角度 $\theta_2$ に対応する旋回角度まで行う。さらに、それらの運動と並行しかつ同期して、工作物10を中心軸線10c回りに回転させるC軸回転運動を行うことにより、工具の刃先が工作物10のねじれ溝に沿った運動を行い、ねじれ溝の仕上げ加工を行うのである。

#### 【0075】

以上、図8から図10に示したように、工具のねじれ溝内への切込量を段階的に増加させ、複数回の加工を繰り返すことにより、ねじれ溝の仕上げ加工を完了する。各切込量における刃物台本体71の旋回軸73の中心が描く円弧軌跡は、以上の説明で示したように、工具の刃先先端が描く円弧の半径、または、最も接近した状態での工具の刃先先端と工作物10の中心軸線10cとの距離から求められる。

#### 【0076】

図11は、ねじれ溝の仕上げ加工の手順を示すフローチャートである。このフローチャートでは、工具の刃先先端が描く円弧の半径を刃先旋回半径 $r$ として表

し、刃物台本体 71 の回転軸 73 の中心が描くべき円弧軌跡の半径を回転軸回転半径  $e$  として表し、円弧軌跡の始点  $P$  と終点  $Q$  の座標を  $P(x_p, z_p)$  および  $Q(x_q, z_q)$  と表示している。また、回転中心  $M$  の位置を特定するためのデータは予め設定されている。

#### 【0077】

まず、手順 101 において、刃物台本体 71 の  $X$ ,  $Z$  軸の制御を行い待避位置に移動させる。次に、手順 102 で、刃先回転半径  $r$  から回転軸回転半径  $e$  を計算する。または、図 8 の説明で述べたように、最も接近した状態での工具の刃先端と工作物の中心軸線との距離  $g$  によって、回転軸回転半径  $e$  を計算してもよい。次に、手順 103 で、回転軸回転半径  $e$  と角度  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  から刃物台本体 71 の回転軸 73 の中心が描くべき円弧軌跡の始点  $P(x_p, z_p)$  と終点  $Q(x_q, z_q)$  の  $X$ ,  $Z$  軸座標を計算する。

#### 【0078】

そして、手順 104 で、回転刃物台 72 の回転軸 73 回りの  $B$  軸回転移動を行い、角度  $\theta_1$  に対応する回転角度とする。また、刃物台本体 71 の  $Z$  軸の制御を行い始点位置  $z_p$  に移動する。さらに、刃物台本体 71 の  $X$  軸の制御を行い始点位置  $x_p$  に移動する。

#### 【0079】

次に、手順 105 で、以下の  $X$ ,  $Z$  軸の制御、 $B$  軸の制御および  $C$  軸の制御を同期して動作させる。 $X$ ,  $Z$  軸制御は、刃物台本体 71 の回転軸 73 の中心を、始点  $P$  から終点  $Q$  まで半径  $e$  の円弧上を移動させる円弧補間動作である。 $B$  軸制御は、回転刃物台 72 の回転軸 73 回りに角度  $\theta_1$  に対応する回転角度から角度  $\theta_2$  に対応する回転角度まで回転させる回転動作である。 $C$  軸制御は、工作物 10 を中心軸線 10c 回りに所定の開始角度から所定の終了角度まで回転させる  $C$  軸回転動作である。 $C$  軸回転の開始角度および終了角度は、ねじれ溝の形状に応じて設定される。この手順 105 の、 $X$ ,  $Z$  軸制御、 $B$  軸制御および  $C$  軸制御は同期動作であり、これらの各軸の制御が並行しかつ同期して行われる。すなわち、これらの各軸の全ての動作が同時に開始し、かつ、同時に終了するように制御される。

## 【0080】

そして、手順106において、刃物台本体71のX、Z軸の制御を行い待避位置に移動させる。次に、手順107で、刃先旋回半径 $r$ が最終半径に到達したか否かを判断する。ただし最終半径とは、刃先旋回半径 $r$ を順次増加させてねじれ溝の仕上げ加工を行う際の、最終的な刃先旋回半径である。刃先旋回半径 $r$ が最終半径に到達していれば仕上げ加工の手順を全て終了し、刃先旋回半径 $r$ が最終半径に到達していなければ手順108に進む。手順108では、刃先旋回半径 $r$ を所定量 $\Delta r$ だけ増加させる。そして、手順102に戻り、手順102以下の手順を繰り返す。すなわち、刃先旋回半径 $r$ が最終半径に到達するまで、刃先旋回半径 $r$ を順次段階的に増加させ、すなわち切込量を段階的に増加させて仕上げ加工を行う。

## 【0081】

図12は、板状バイト77の形状を示す図である。図12(a)は板状バイト77の正面図であり、図12(b)は板状バイト77の側面図である。板状バイト77の先端部には、切刃である板状のチップ77tが固定されている。チップ77tの正面側が切削面である。チップ77tは、工具の中心軸線Tに対して正面側から見て左右対称に、かつ、切削面が中心軸線Tを通るように取り付けられている。

## 【0082】

チップ77tの切削面の形状が、加工する溝の断面形状となる。したがって、図12(c)に示すように、チップ77tの切削面を先端側が広がるような形状とすれば、その切削面形状に応じた図12(d)に示すような断面形状のねじれ溝の加工も可能である。また、チップ77tの切削面形状を変更することによって、その他の任意の断面形状のねじれ溝の加工も可能である。

## 【0083】

図13は、他の形態の旋回刃物台72cの構成を示す図である。旋回刃物台72cは、図1に示した旋回刃物台72と比較すると、板状バイト77が固定的に取り付けられている点が異なる。すなわち、板状バイト77は、自動工具交換装置8によって自動交換することはできないが、支持剛性の大きい状態で着脱可能

に旋回刃物台 72c に取り付けられている。図 13 (a) では、自動工具交換の可能な工具装着部には、回転工具であるエンドミル 78 が装着されている。

#### 【0084】

ここで、エンドミル 78 の中心軸線 Ta と、板状バイト 77 の中心軸線 Tb とはともに旋回軸 73 の中心を通り、所定角度で交差している。これは、エンドミル 78 での加工時における板状バイト 77 と工作物の干渉を防止するためである。ねじれ溝の荒加工は、図 13 (a) に示すように、工具装着部にエンドミル 78 を装着して、エンドミル 78 によって行う。

#### 【0085】

ねじれ溝の仕上げ加工は、図 13 (b) に示すように、工具装着部からエンドミル 78 を取り外し、ダミー工具 80 を装着して板状バイト 77 によって行う。ダミー工具 80 は、工具装着部を覆い、工具装着部の内部に切りくずや切削油剤等の異物が侵入しないようにするためのものである。仕上げ加工の手順は、図 8 から図 11 で説明したのと同様に行うことができる。

#### 【0086】

図 14 は、板状バイトの刃部の幅の寸法と異なる溝幅のねじれ溝を加工する手順を示す図である。まず、図 14 (a) に示すように、ねじれ溝 11 の一方の側壁 13 を板状バイト 77 で加工する。これは、図 8 から図 10 で説明したように板状バイト 77 を所定角度旋回させるとともに工作物 10 を所定角度回転させて行う。次に、板状バイト 77 の旋回と工作物 10 の回転の位相関係を少しずらして、図 14 (b) に示すように、ねじれ溝 11 の他方の側壁 14 を板状バイト 77 で加工する。

#### 【0087】

板状バイト 77 の旋回と工作物 10 の回転の位相をずらすには、刃物台本体 71 の旋回軸 73 の中心が描くべき円弧軌跡の始点 P と終点 Q の位置をずらせばよい。すなわち、角度  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  の値をずらすことになる。または、工作物 10 の回転の開始角度と終了角度をずらせてもよい。図 14 (a)、図 14 (b) に示すように加工を行うことにより、チップ 77t の刃部の幅の寸法よりも広い溝幅のねじれ溝の加工を行うことができる。

**【 0 0 8 8 】**

以上説明したように、本発明によれば、工作物に対して複雑な形状のねじれ溝等の加工を行う場合でも、一般的なNC装置が備えている円弧補間動作、B軸旋回動作およびC軸回転動作を組み合わせることで同期動作させることにより、容易に加工することができる。また、ねじれ溝の形状に関しても、汎用性の高い多様な形状の加工を行うことができる。さらに、ねじれ溝の加工に前後して工作物の他の部位の加工も連続して行うことができ、工作物の加工能率を大幅に向上させることができる。

**【 0 0 8 9 】****【発明の効果】**

本発明は、以上に説明したように構成されているので、以下のような効果を奏する。

**【 0 0 9 0 】**

旋回刃物台の旋回運動と円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、旋回刃物台に対して任意の位置を中心とする旋回運動を行わせることが可能となり、工作物に対して複雑な形状の加工を容易に行うことができる。

**【 0 0 9 1 】**

旋回刃物台の旋回運動および円弧運動と工作物の回転運動とを並行しかつ同期して行うことにより、工作物に複雑な形状のねじれ溝の加工を容易に行うことが可能となる。ねじれ溝の形状に関しても、汎用性の高い多様な形状の加工を行うことができる。さらに、ねじれ溝の加工に前後して工作物の他の部位の加工も連続して行うことができ、工作物の加工能率を大幅に向上させることができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

図 1 は、本発明の複合加工工作機械の全体構成を示す図である。

**【図 2】**

図 2 は、工具主軸の工具装着部に非回転工具を装着した状態を示す拡大断面図である。

**【図 3】**

図 3 は、工具主軸の工具装着部に回転工具を装着した状態を示す拡大断面図である。

【図 4】

図 4 は、複合加工工作機械によって加工するねじれ溝形状の一例を示す図である。

【図 5】

図 5 は、ねじれ溝の加工方法を示す図である。

【図 6】

図 6 は、複合加工工作機械によるねじれ溝の加工状態を示す図である。

【図 7】

図 7 は、工作物に対するねじれ溝以外の部位の加工状態を示す図である。

【図 8】

図 8 は、ねじれ溝の仕上げ加工の手順を示す図である。

【図 9】

図 9 は、ねじれ溝の仕上げ加工の手順を示す図である。

【図 1 0】

図 1 0 は、ねじれ溝の仕上げ加工の手順を示す図である。

【図 1 1】

図 1 1 は、ねじれ溝の仕上げ加工の手順を示すフローチャートである。

【図 1 2】

図 1 2 は、板状バイトの形状を示す図である。

【図 1 3】

図 1 3 は、他の形態の旋回刃物台の構成を示す図である。

【図 1 4】

図 1 4 は、板状バイトの刃部の幅と異なる溝幅のねじれ溝を加工する手順を示す図である。

【図 1 5】

図 1 5 は、工作物取付手段に工作物を取り付けた状態を示す拡大断面図である。

**【図 1 6】**

図 1 6 は、他の形態の工作物取付手段の構成を示す図である。

**【符号の説明】**

- 1 …複合加工工作機械
- 2 …ベッド
- 3 …主軸台
- 5 …サドル
- 6 …コラム
- 7 …刃物台
- 8 …自動工具交換装置
- 1 0 …工作物
- 1 1 …ねじれ溝
- 1 2 …中央孔
- 1 3, 1 4 …側壁
- 2 1 …心押台ガイドレール
- 2 2 …送りねじ
- 2 3 …心押台移動モータ
- 2 4 …Z 軸ガイドレール
- 3 1 …主軸
- 3 2 …チャック
- 3 3 …取付部材
- 3 4 …心押台
- 3 5 …心押軸
- 3 6 …支持部
- 3 7 …工作物取付手段
- 4 0 …工具主軸
- 4 3 …工具装着部
- 4 5 …シャンク部
- 4 6 …係合凹部

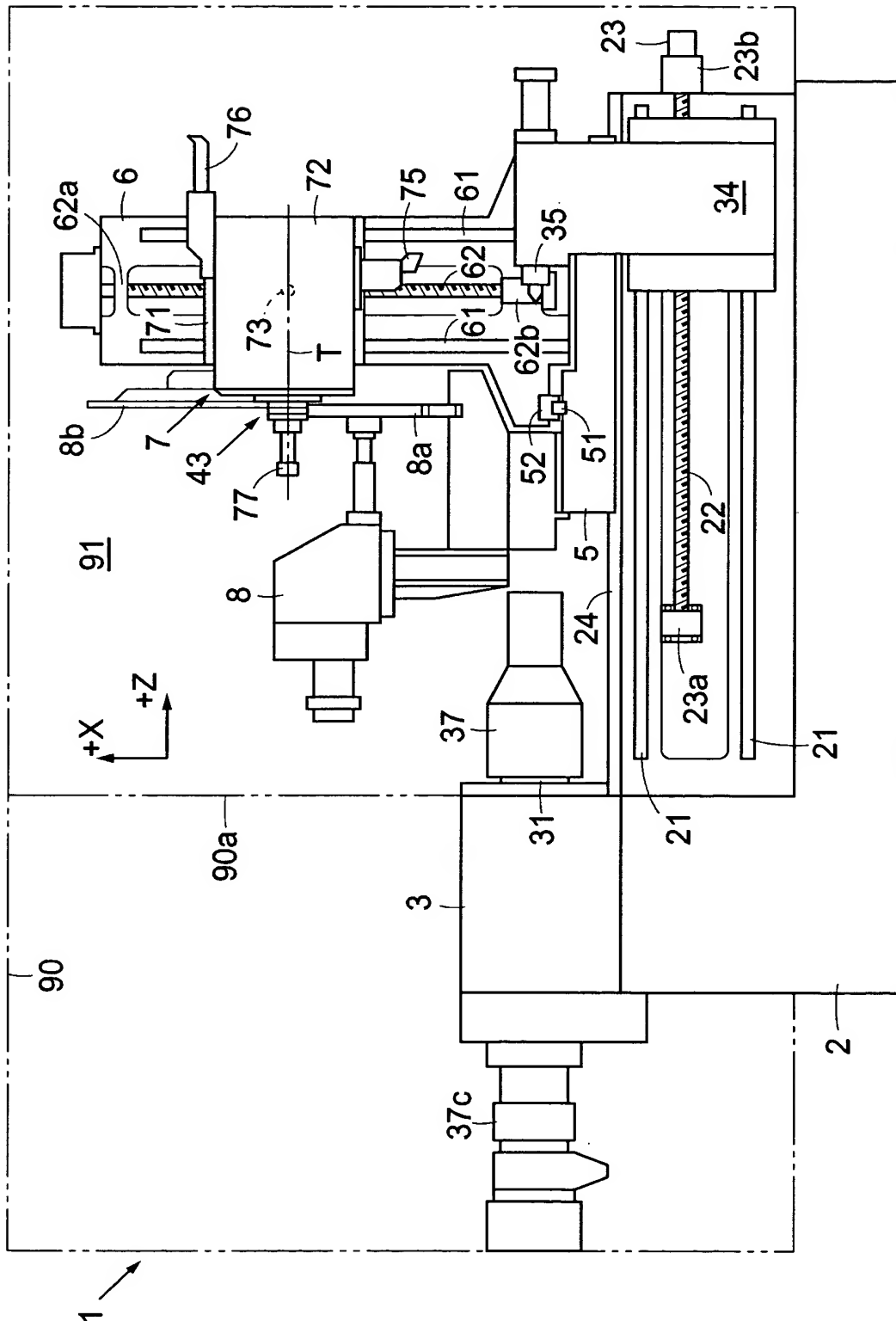


4 8 …係止凹部  
5 1 …Y 軸ガイドレール  
5 2 …ボールガイド本体  
6 1 …X 軸ガイドレール  
6 2 …X 軸送りねじ  
7 1 …刃物台本体  
7 2, 7 2 c …旋回刃物台  
7 3 …旋回軸  
7 5, 7 6 …バイト  
7 7 …板状バイト  
7 8 …エンドミル  
7 9 …内径加工用バイト  
8 0 …ダミー工具  
9 0, 9 0 a …スプラッシュガード  
9 1 …加工領域

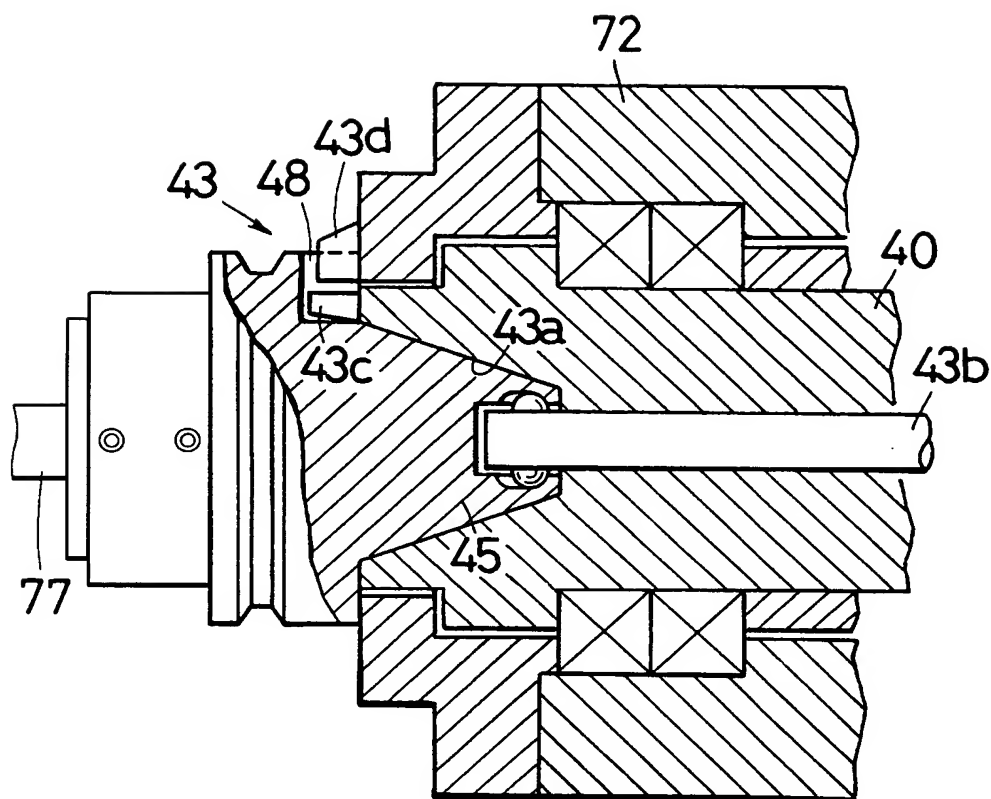
【書類名】

図面

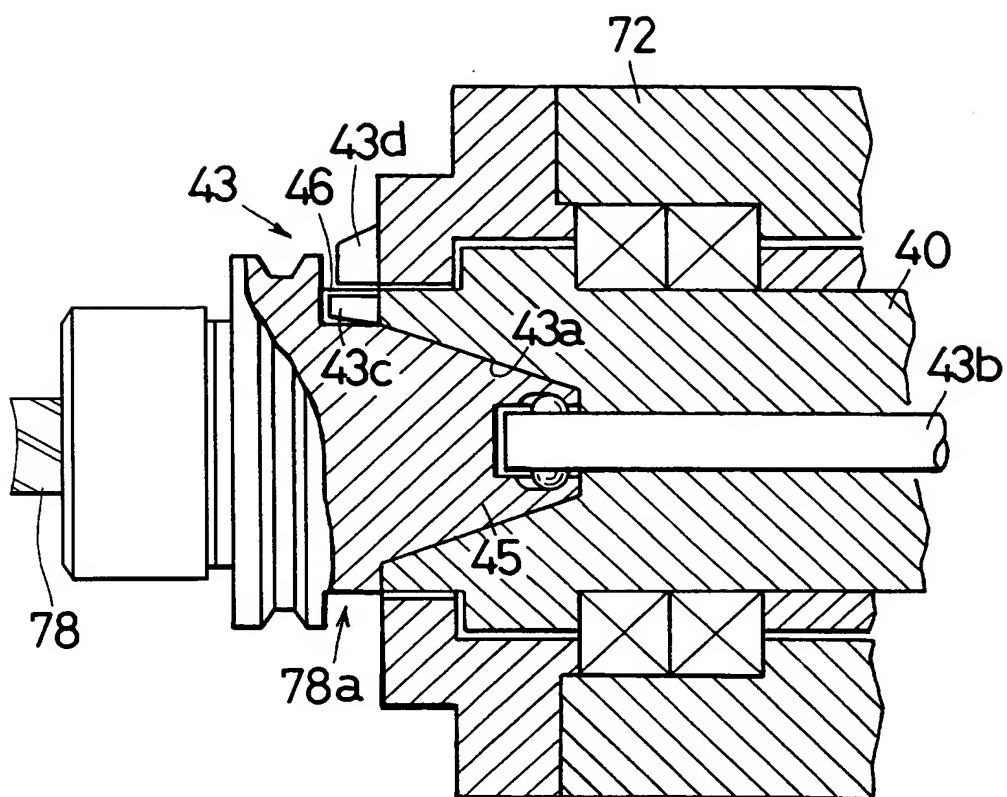
【図 1】



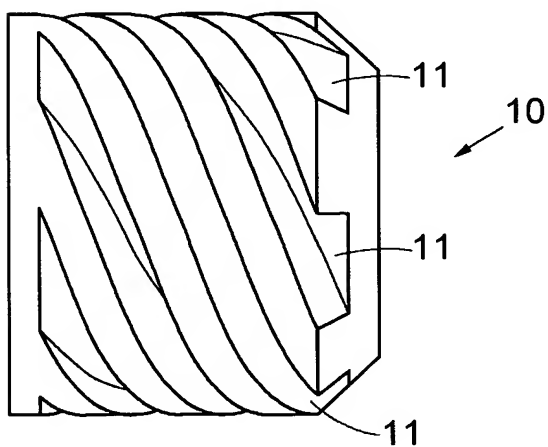
【図 2】



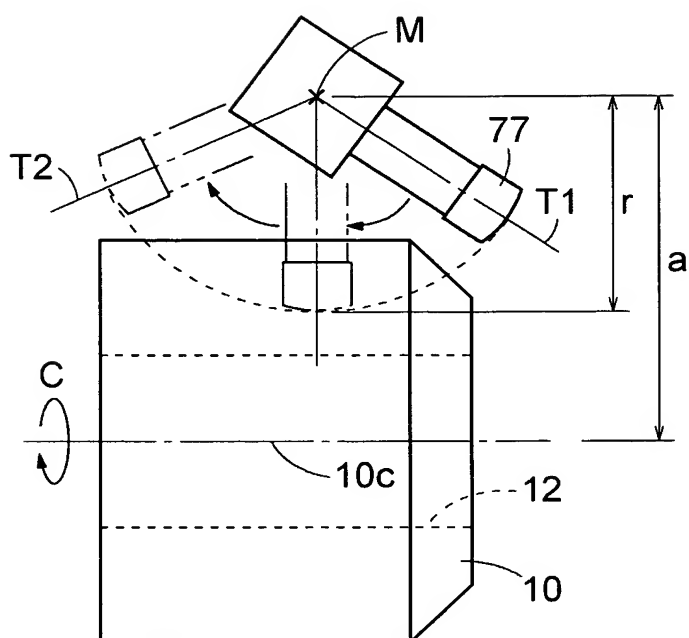
【図 3】



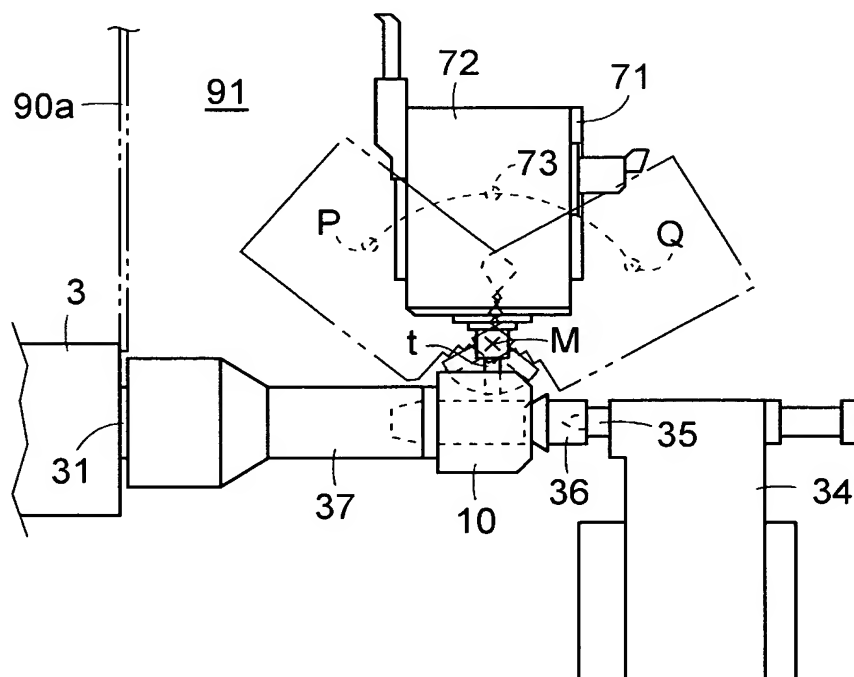
【図 4】



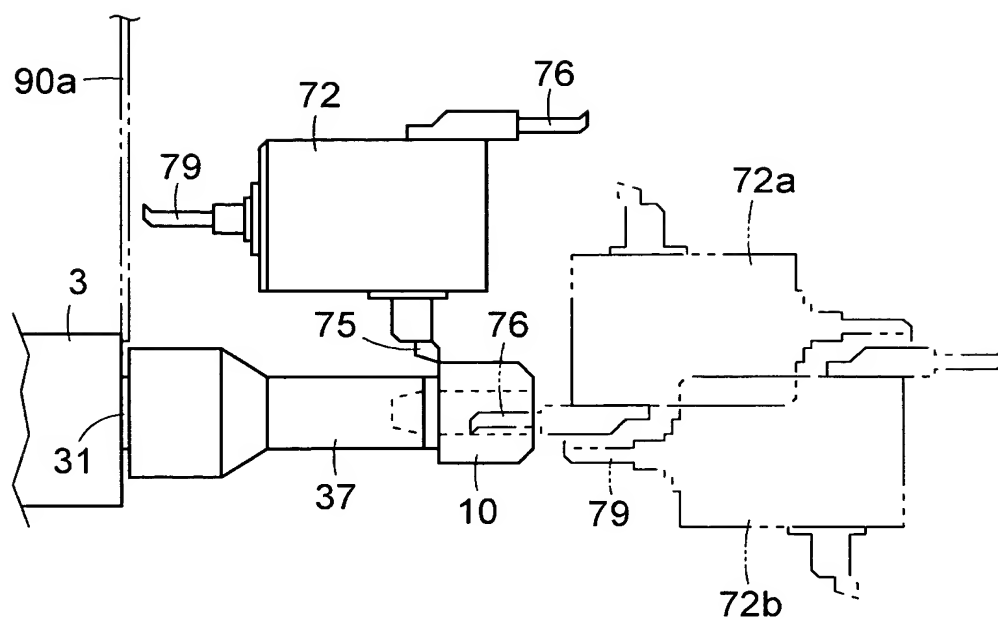
【図 5】



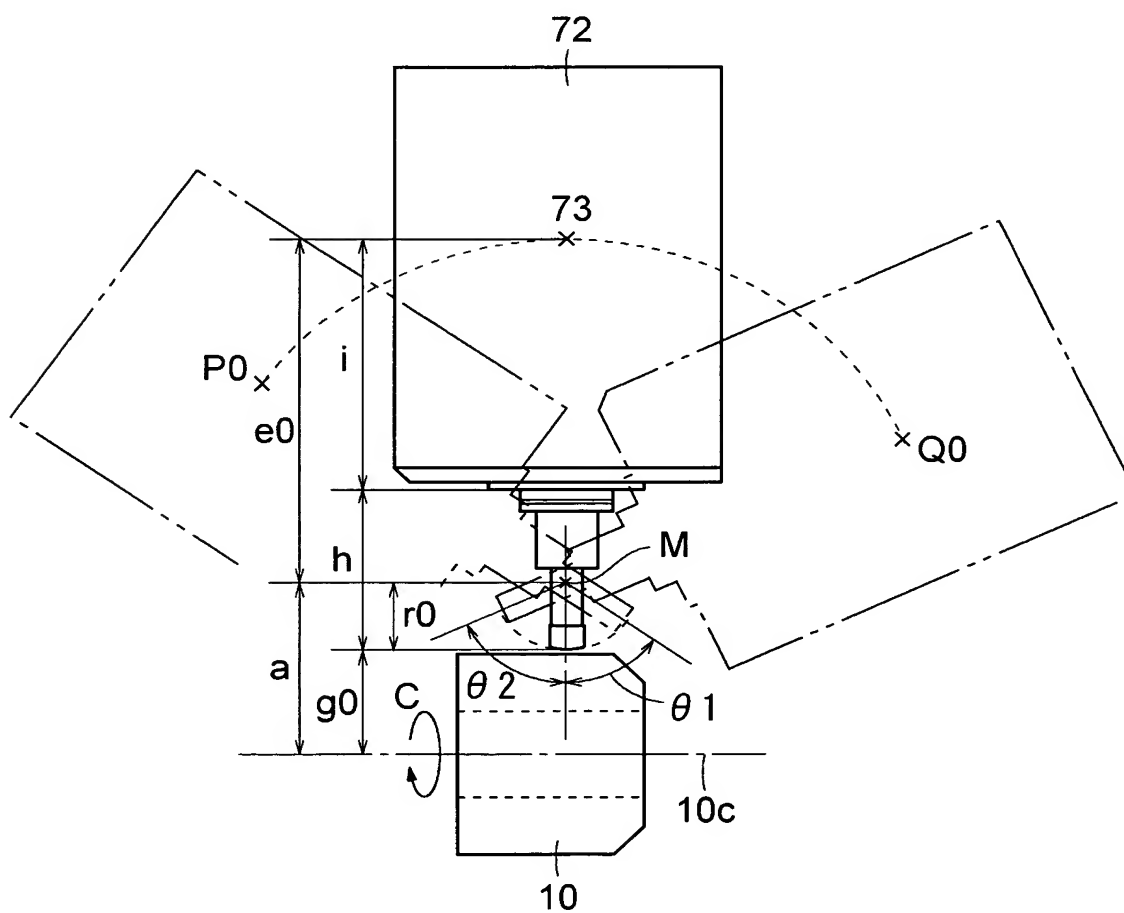
【図 6】



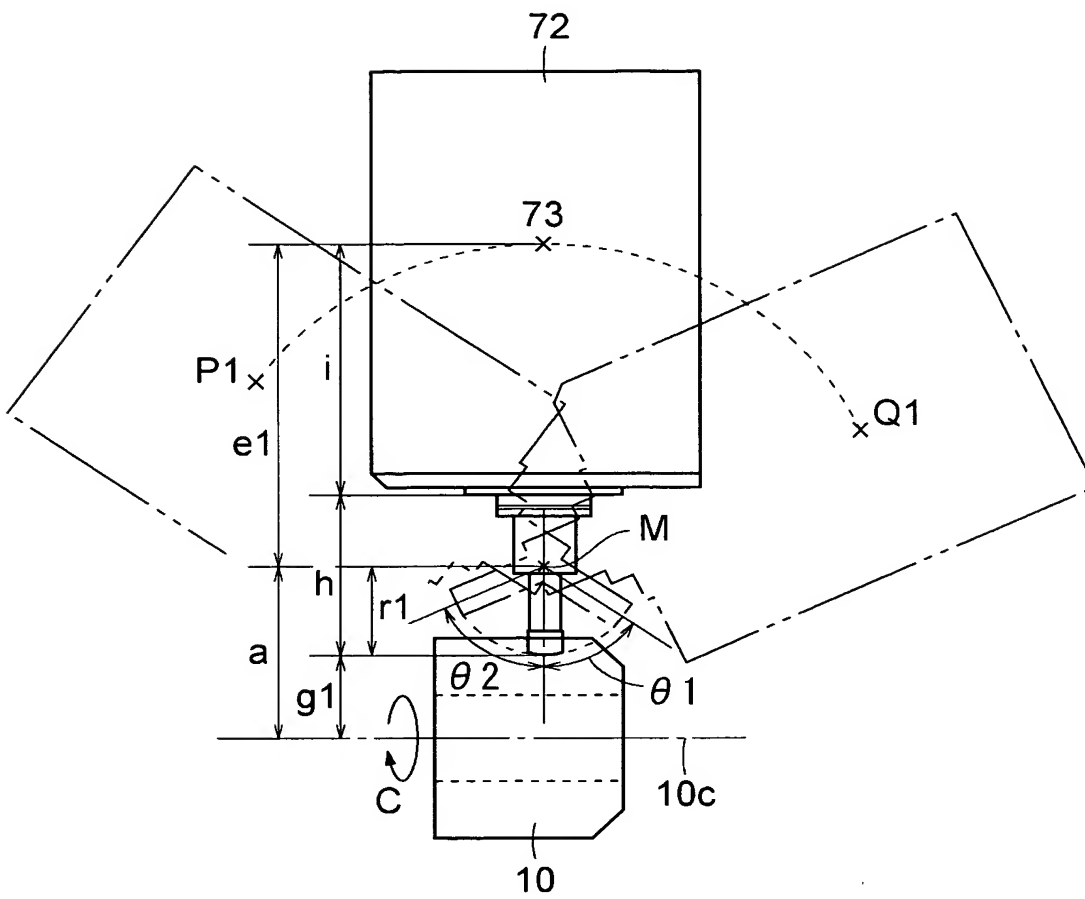
【図 7】



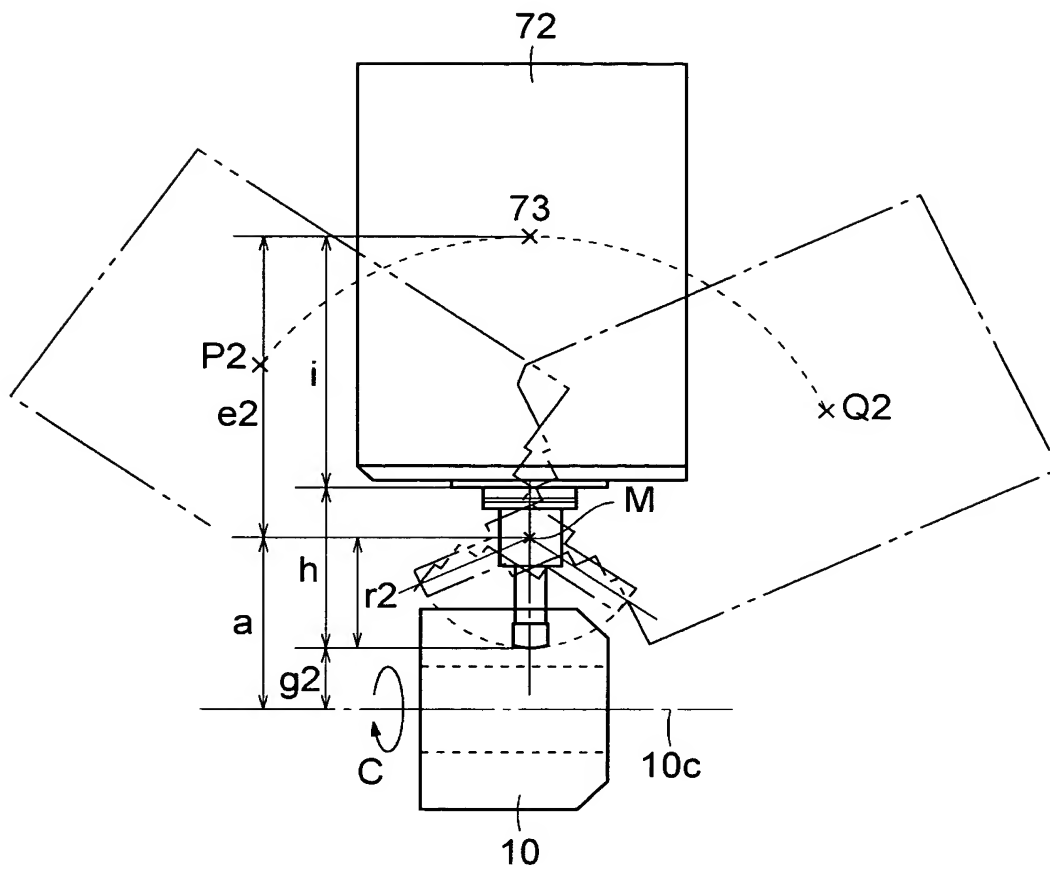
【図 8】



【図 9】

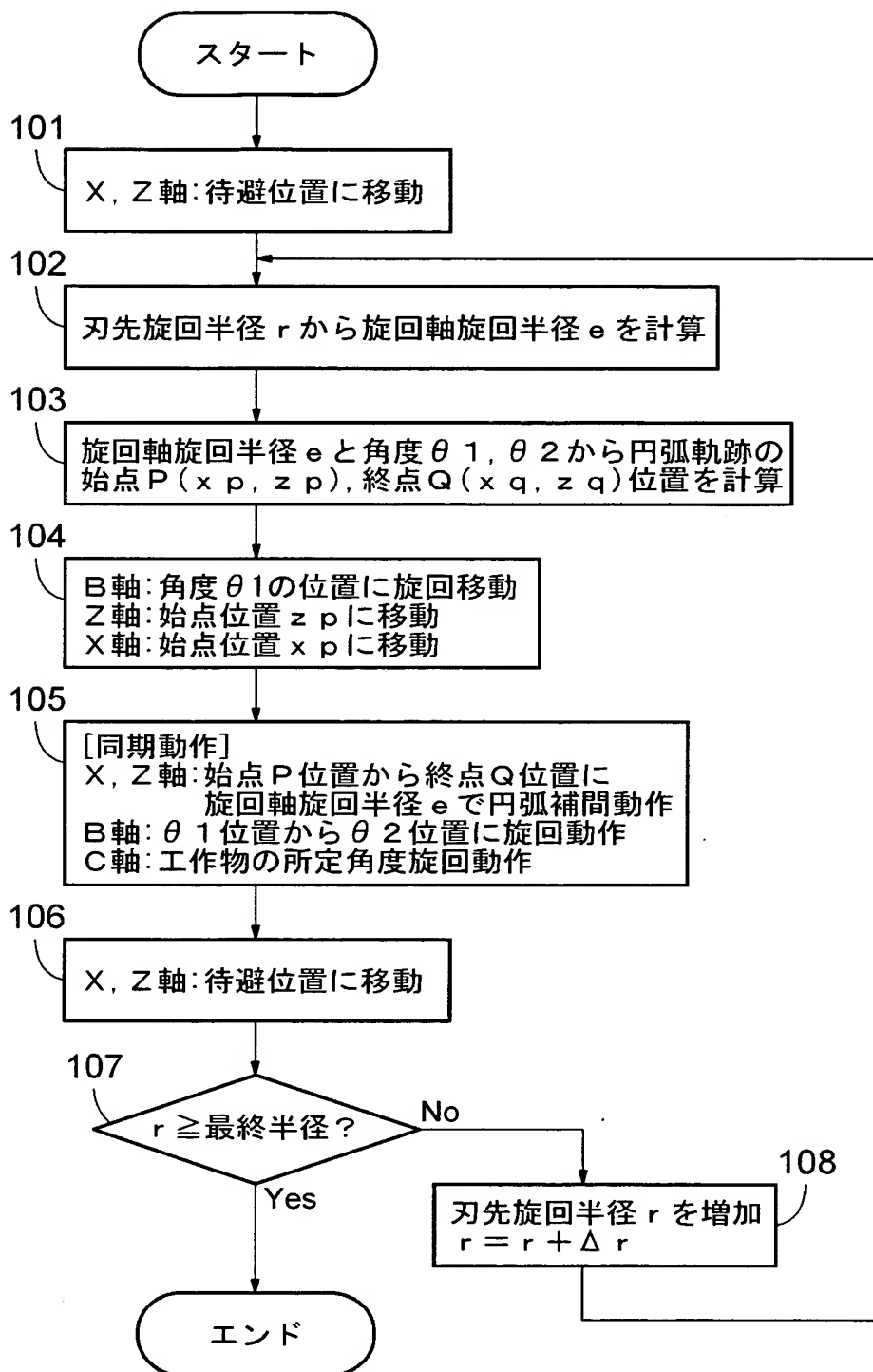


【図 10】



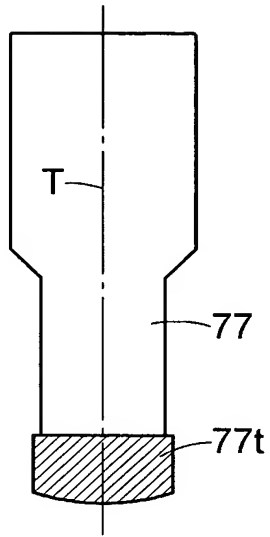


【図 11】

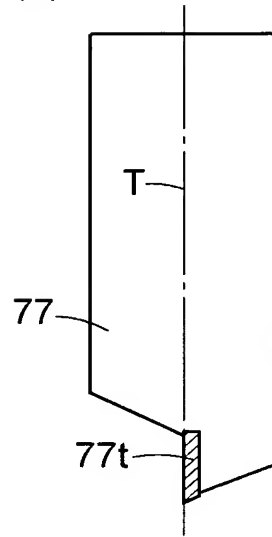


【図 1 2】

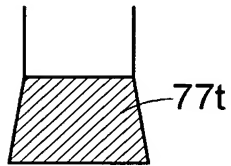
(a)



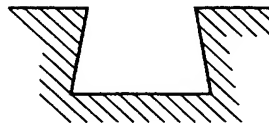
(b)



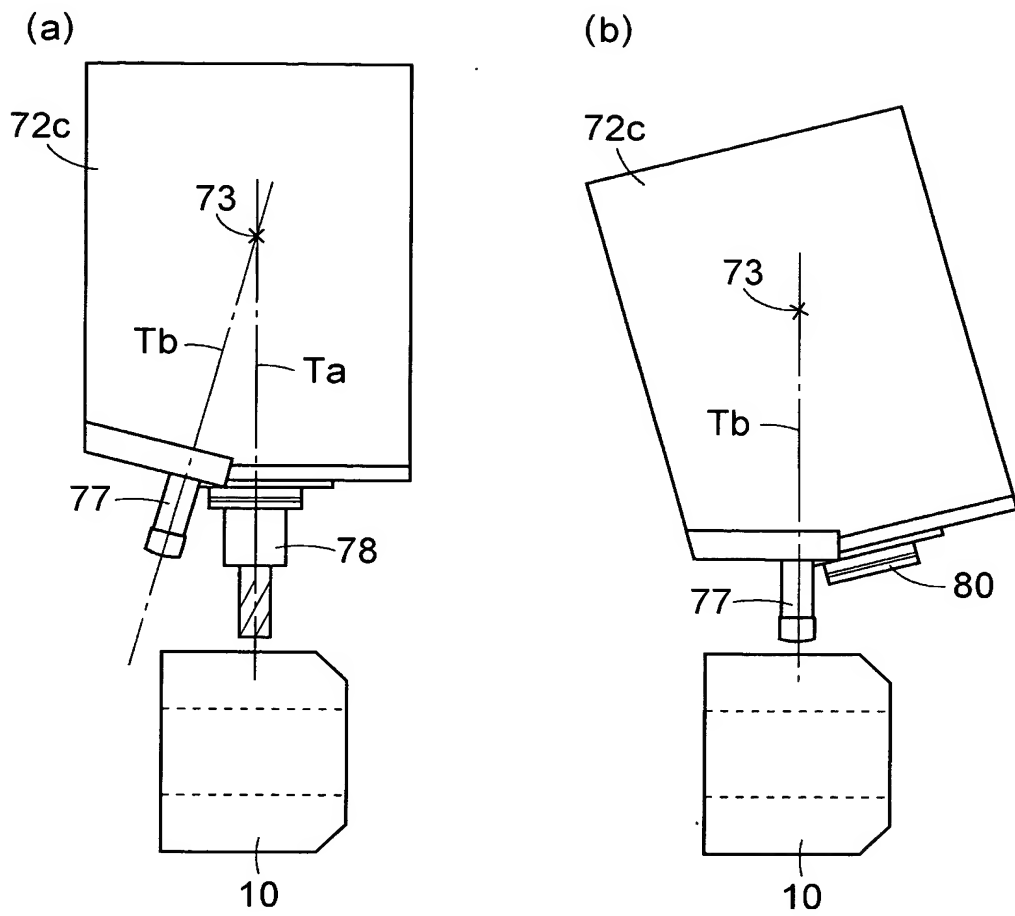
(c)



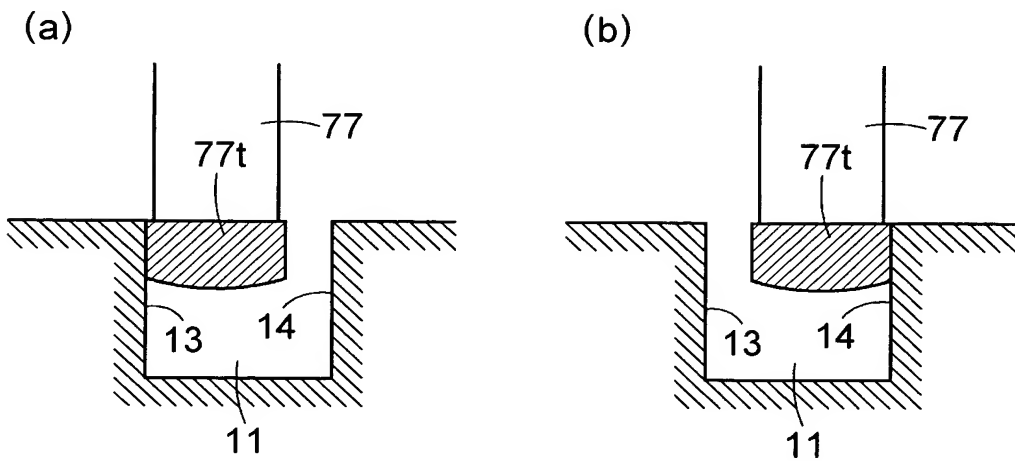
(d)



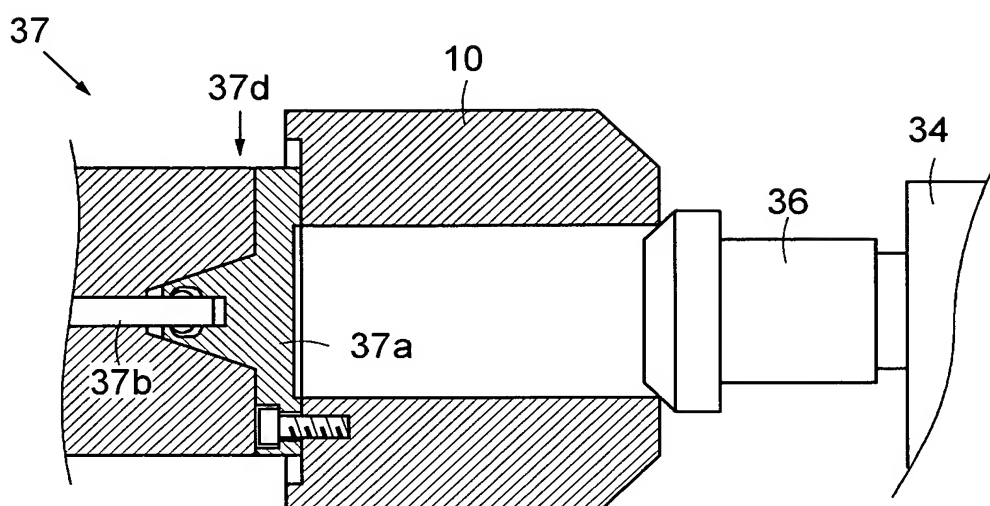
【図 13】



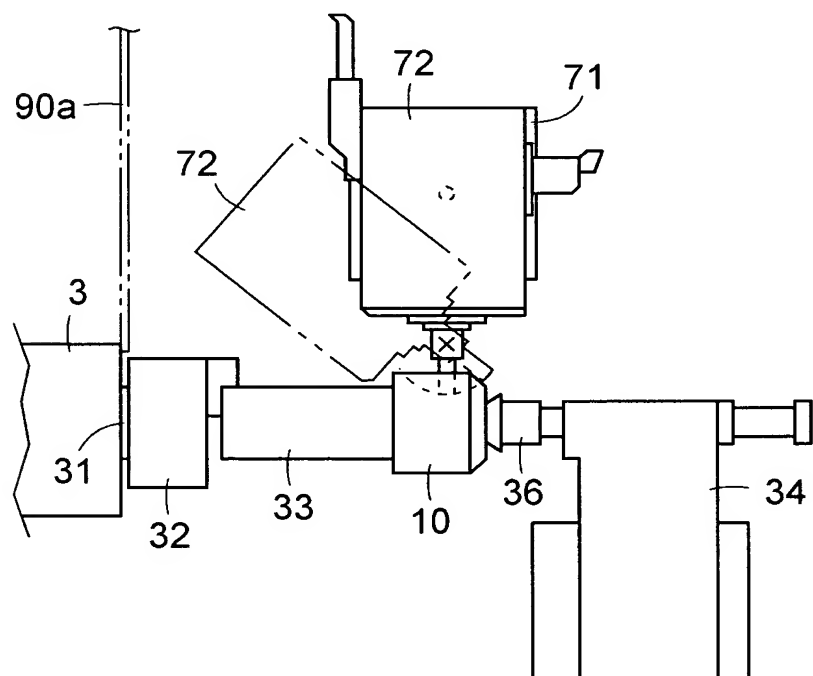
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 汎用の複合加工工作機械によって工作物に多様な形状のねじれた溝を加工することのできる複合加工工作機械およびその複合加工工作機械における加工方法を提供する。

【解決手段】 工作機械の主軸に対して、主軸の軸線と平行な第 1 の直線方向および直交する第 2 の直線方向に相対的に移動可能に設けられた刃物台本体と、刃物台本体に対して第 1 および第 2 の直線方向と直交する方向の旋回軸 7 3 を中心に旋回可能に設けられた旋回刃物台 7 2 と、主軸の回転運動、旋回軸の回りの旋回刃物台の旋回運動および刃物台本体の相対移動を制御する制御手段とを有し、制御手段は、旋回刃物台の旋回軸を中心とする旋回運動と、刃物台本体の第 1 の直線方向および第 2 の直線方向の相対移動による円弧運動とを並行しかつ同期して行うことにより、旋回刃物台に対して、旋回軸とは異なる任意の位置を中心とする旋回運動を行わせることが可能なものである。

【選択図】 図 8

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-281383
受付番号	50201444096
書類名	特許願
担当官	松田 伊都子 8901
作成日	平成14年10月10日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成14年 9月26日
【特許出願人】	
【識別番号】	000233321
【住所又は居所】	千葉県我孫子市我孫子1番地
【氏名又は名称】	日立精機株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100106770
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1丁目13番4号 T・Sビル 2階
【氏名又は名称】	円城寺 貞夫
【代理人】	
【識別番号】	100093687
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1丁目13番4号 T・Sビル 2階
【氏名又は名称】	富崎 元成

次頁無

【書類名】 出願人名義変更届

【整理番号】 PB02001

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

    【出願番号】 特願2002-281383

【承継人】

    【住所又は居所】 奈良県大和郡山市井戸野町 3 6 2 番地

    【氏名又は名称】 株式会社森精機ハイテック

    【代表者】 梅岡 匡爾

【承継人代理人】

    【識別番号】 100093687

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 富崎 元成

【承継人代理人】

    【識別番号】 100106770

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 円城寺 貞夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012911

    【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

    【物件名】 委任状 1

    【援用の表示】 平成 1 4 年 1 0 月 4 日付提出の包括委任状提出書に添付のものを援用する。

【プルーフの要否】 要

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-281383
受付番号	50201534899
書類名	出願人名義変更届
担当官	松田 伊都子 8901
作成日	平成14年12月24日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】 平成14年10月11日

## 【承継人】

【識別番号】 302057627

【住所又は居所】 奈良県大和郡山市井戸野町 362 番地

【氏名又は名称】 株式会社森精機ハイテック

【承継人代理人】 申請人

【識別番号】 100093687

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 13 番 4 号 T・S ビル  
2 階

【氏名又は名称】 富崎 元成

【承継人代理人】

【識別番号】 100106770

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 13 番 4 号 T・S ビル  
2 階

【氏名又は名称】 円城寺 貞夫

次頁無



特願 2 0 0 2 - 2 8 1 3 8 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 3 3 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

千葉県我孫子市我孫子 1 番地

氏 名

日立精機株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 8 1 3 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 2 0 5 7 6 2 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

奈良県大和郡山市井戸野町 3 6 2 番地

氏 名

株式会社森精機ハイテック